

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Absolvování individuální odborné praxe

Individual Professional Practice in the Company

Zadání bakalářské práce

Student: **Matúš Timkovič**
Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie
Studijní obor: 2601R013 Telekomunikační technika
Téma: Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování:

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: SECTRON s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

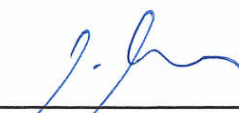
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeňka Chmelíková, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Petr Skopal

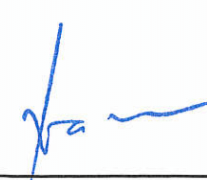
Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry



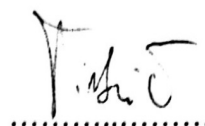


prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 24. dubna 2019

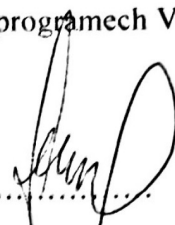
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'T. Štěrba', written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.“

Dne: 24. dubna 2019


.....
podpis zástupce

Rád by som sa poďakoval firme SECTRON s.r.o. za príležitosť, ktorú mi poskytli vo forme odbornej praxe. Rád by som sa poďakoval aj pánovi Ing. Petrovi Skopalovi za motivujúci prístup a pomoc v každom smere po celú dobu trvania pracovného pomeru a pani Ing. Zdeňce Chmelíkové, Ph.D. za účelové konzultácie pre čo najlepšiu formu vypracovania bakalárskej práce.

Abstrakt

V nasledujúcej bakalárskej práci predstavujem inováciu GSM Klúča SMART 3 s ohľadom na trendy v oblasti M2M a IoT. Inovácia spočívala v návrhu výberu najvhodnejšieho obvodového modulu pre komunikáciu so zohľadnením určitých kritérií a následná implementácia do samotného klúča. Po predstavení mojich pracovných skúseností, v rámci praxe, sa bude práca zaoberať predstavením pojmov, jednotlivých kľúčov a možnosťami ich využitia. Pri výbere modulu prevediem porovnanie najvýhodnejších variant a pri zohľadnení požiadaviek spoločnosti SECTRON s.r.o. a súčasných trendov, následne navrhнем konkrétny typ použitého modulu. Súčasť práce tvorí taktiež popis mnou riešených úloh na pozícii technického konzultanta.

Kľúčové slová: GSM; kľúč; Smart 3; modul; SIM; komunikácia; IoT; M2M

Abstract

In the following bachelor thesis, I will introduce the innovation of GSM Key Smart 3 taking into consideration trends of M2M and IoT. The innovation consists of the proposal of the most suitable circuit module for communication according to certain criteria and following implementation of the key itself. After presenting my practice work experiences in the first part I will introduce the basic terms, individual keys and possibilities of their usage. I will compare the most sufficient variants for choosing the model and according to the requirements of SECTRON s.r.o. and current trends I will choose one proposal for module exchange. The thesis also deals with the description of technical consultant's work.

Key Words: GSM; key; Smart 3; module; SIM; communication; IoT; M2M

Obsah

Zoznam použitých skratiek a symbolov

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 12 |
| 1 O spoločnosti | 13 |
| 1.1 Popis firmy | 13 |
| 1.2 Pracovné zaradenie | 14 |
| 2 Popis technológií | 16 |
| 2.1 IoT technologie | 16 |
| 2.2 M2M | 17 |
| 2.3 GSM (2G) | 18 |
| 3 GSM Kľúč | 20 |
| 3.1 Ochrana GSM Kľúča | 20 |
| 3.2 Periférie | 21 |
| 3.3 Vlastnosti GSM Kľúča | 21 |
| 3.4 Využitie GSM kľúča v praxi | 22 |
| 3.5 Typy GSM Kľúčov | 24 |
| 3.6 Výber vhodnej antény | 29 |
| 4 Návrh voľby najvhodnejšieho modulu | 32 |
| 4.1 Telit | 32 |
| 4.2 Quectel | 34 |
| 4.3 Cinterion | 35 |
| 4.4 Zhodnotenie | 36 |
| ZÁVER | 40 |
| Literatúra | 41 |
| Prílohy | 42 |
| A Ukážka merania PSV | 43 |
| B Prílohy na webe | 44 |

Zoznam použitých skratiek a symbolov

| | |
|------|--|
| 2.5G | – Second-and-a-half-generation (Mobile Communication System) |
| 2G | – Second Generation (Mobile Communication System) |
| 3G | – Third Generation (Mobile Communication System) |
| 4G | – Fourth Generation (Mobile Communication System) |
| A/D | – Analog/Digital |
| BSC | – Base Station Controller |
| BSS | – Base Station Subsystem |
| BTS | – Base Transceiver System |
| DCS | – Digital Communication Systems |
| DNS | – Domain Name System |
| DPS | – Doska Plošného Spoja |
| ETH | – Ethernet |
| FTP | – File Transfer Protocol |
| GNSS | – Global Navigation Satellite System |
| GPRS | – General Packet Radio Service |
| GPS | – Global Positioning System |
| GSM | – Global System for Mobile Communications |
| HTTP | – HyperText Transfer Protocol |
| IN | – Input |
| IP | – Internet Protocol |
| IoT | – Internet of Things |
| LAN | – Local Area Network |
| LED | – Light Emitting Diode |
| LGA | – Land Grid Array |
| LLC | – Leadless Chip Carrier |
| LNA | – Low-Noise Amplifier |
| LTE | – Long Term Evolution |
| M2M | – Machine – to – Machine |
| MS | – Mobile Station |
| MSC | – Mobile Switching Center |
| NSS | – Network Switching Subsystem |
| OEM | – Original Equipment Manufacturer |
| OUT | – Output |
| PC | – Personal Computer |
| PPP | – Point-to-Point Protocol |
| PSV | – Pomer Stojatých Vln |

| | |
|------|--|
| PING | – Packet Internet Grouper |
| PWR | – Power |
| RF | – Radio Frequency |
| SAP | – Systems Applications and Products in Data Processing |
| SIM | – Subscriber Identity Module |
| SMS | – Short Message System |
| SMTP | – Simple Mail Transfer Protocol |
| TCP | – Transmission Control Protocol |
| UDP | – User Datagram Protocol |
| USB | – Universal Serial Bus |
| USSD | – Unstructured Supplementary Service Data |
| UMTS | – Universal Mobile Telecommunications System |
| VF | – Vysoko Frekvenčný |

Zoznam obrázkov

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Meranie PSV - použitý prístroj - Agilent Technologies N9930A | 15 |
| 2 | Všeobecný prípad využitia IoT [5] | 16 |
| 3 | Porovnanie M2M a IoT [6] | 17 |
| 4 | Diagram komunikácie užívateľa s GSM kľúčom | 23 |
| 5 | Ukážka zapojenia riadiacej jednotky | 23 |
| 6 | GSM kľúč LITE 3 [9] | 24 |
| 7 | Ukážka eliminácie konštrukčného nedostatku zariadenia | 25 |
| 8 | GSM kľúč Profi 2 [10] | 26 |
| 9 | GSM kľúč Profi 3 [11] | 27 |
| 10 | GSM kľúč SMART 3 [12] | 28 |
| 11 | Náhľad programu Smart 3 Admin | 29 |
| 12 | Klíbová anténa AGSM-SMAK [13] | 30 |
| 13 | Magnetická anténa AGSM-MG9 [14] | 30 |
| 14 | Skrutkovacia GSM-SMVS1 anténa [15] | 31 |
| 15 | Blokový diagram znázorňujúci spôsob prepojenia súčastí typického GSM/GPRS modulu | 32 |
| 16 | Modul TELIT GL865 V3.1 [16] | 33 |
| 17 | Modul Quectel MC60 [17] | 34 |
| 18 | Modul Cinterion BGS5 [18] | 36 |
| 19 | Ukážka riadiacej dosky GSM kľúču SMART 3 s použitím modulu BGS5 | 39 |

Zoznam tabuliek

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Zrovnanie variant GSM kľúčov | 29 |
| 2 | Porovnanie antén | 31 |
| 3 | Zrovnanie parametrov modulov | 37 |

ÚVOD

V tejto bakalárskej práci po krátkom predstavení spoločnosti SECTRON s.r.o. opisujem získané skúsenosti z praxe, kde som pôsobil ako technický konzultant. Predstavujem pojmy ako IoT (Internet of Things), M2M (Machine-to-machine) a vysvetľujem funkcionality klúča, jeho vlastnosti, využitie a samotnú inováciu z hľadiska výberu obvodového modulu slúžiaceho na komunikáciu pomocou mobilných sietí.

Internet sa stal súčasťou našich každodenných životov. Uľahčuje nám prácu, ale aj samotný život. Jednou zo súčasti moderného internetu je práve IoT, tzv. Internet vecí. Jeho koncept je jednoduchý - prepojiť všetky elektronické zariadenia na svete k internetu. Následné prepojenie komunikácie medzi zariadeniami nám umožňuje vytvárať nové variácie využitia, ako napríklad v aplikovaní GSM (Global system for mobile) klúča a jeho vlastností.

V prvej kapitole sa zameriavam na náplň práce na pozícii technického konzultanta, kde som mal za úlohu pracovať so zariadením s názvom GSM klúč, inovovať ho a spravovať úlohy s ním spojené. Inovácia spočívala v návrhu voľby vhodného obvodového modulu pre GSM klúč SMART 3. V tejto kapitole sú opísané aj najdôležitejšie súčasti môjho pracovného pomeru.

Druhá kapitola sa zaoberá popisom použitých technológií a vysvetlením pojmov IoT, M2M a opisom štandardu GSM, ktorý využíva klúč na komunikáciu.

Tretiu kapitolu tvorí podrobný popis GSM klúča, jeho vlastností, funkcionality, riešenie zabezpečenia, predstavenie možných periférií a samotné využitie klúča v praxi s prínosmi pre spotrebiteľa. Na ukážku som zvolil dve zapojenia klúča, konkrétne v podobe prízazdovej brány netradičnejším no inovatívnym riešením, v podobe Medováhy. Pri popise klúča LITE 3 je navyše spomenutá eliminácia jeho konštrukčného nedostatku a následný návrh na jeho elimináciu. Záver kapitoly predstavuje výber vhodnej antény, ktorá sa dodáva s klúčom a predstavenie návrhu funkcie do počítačovej aplikácie Smart 3 Admin.

Štvrtá kapitola predstavuje inováciu v podobe návrhu voľby najvhodnejšieho obvodového modulu, za účelom zlepšenia efektívnosti zariadenia a kritéria, ktoré bolo nutné pri výbere zohľadniť. Po predstavení jednotlivých modulov, vyhodnotím na základe získaných informácií najvýhodnejšiu variantu a svoju voľbu odôvodním.

V závere práce opisujem výsledky a zhrnutie prínosov dosiahnutých počas praxe pre spoločnosť SECTRON s.r.o.

1 O spoločnosti

1.1 Popis firmy

Spoločnosť SECTRON s.r.o., so sídlom spoločnosti na adrese Josefa Šavla 1271/12, Mariánské Hory, 709 00 Ostrava, pôsobí na trhu už 23 rokov v oblasti bezdrôtových technológií ako distribútor GSM(Global System for Mobile Communications)/UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)/LTE(Long Term Evolution)/GPS(Global Positioning System)/GLONASS(Global Navigation Satellite System) modulov, modemov a smerovačov. Zaoberá sa výrobou 2G (Second Generation), 3G (Third Generation), 4G (Fourth Generation) terminálov, antén, káblových VF (Vysoko Frekvenčný) redukcií a vďaka vlastnej výrobe a partnerstvám, sú schopní ponúkať rozsiahle portfólio výrobkov pre potreby zákazníka. Firma je špecializovaným obchodom pre aplikácie Smart City, Smart Home, elektromobility a iných IoT riešení. Jej úlohou je rozvíjať a inovovať zariadenia a aplikácie, s využitím najmodernejších technológií v oblasti M2M.

História spoločnosti:

19. prosince 1995 - Dátum vzniku a zápisu spoločnosti SECTRON s.r.o.

1996 - Založenie spoločnosti SECTRON MOBIL,

1999 - Vznik divízie Bezdrôtovej technológie,

2000 - Vyrobených prvých 16 000 anténnych redukcií (SIEMENS MODULES),

2001 - Spustenie výroby konektorových a káblových redukcií (prvá ultra- miniatúrna anténa redukcia podľa návrhu spoločnosti,

2003 - Zahájenie výroby OEM na Tchaj-wane,

2004 - Vyrobených 184 000 anténnych redukcií,

2005 - Modernizácia výroby káblových redukcií v ČR - Ostrava,

2007 - noví partneri - Hirose Japan, CONEL, Advantech B+B+ SmartWorx,

2010 - Autorizovaný distribútor pre Trimble Česko, Slovensko, Rakúsko,

2013 - Založenie sesterskej firmy SECTRON SERVICE,

2014 - Rozšírenie distribučnej zmluvy o Poľsko (Nový partneri - ELATEC, ANDRA),

2016 - Ocenenie Zlatý AMPER 2016,

2017 - Zahájenie OEM výroby v Číne

2019 - Ocenenie Zlatý AMPER 20192019 - zahájení OEM (Original Equipment Manufacturer) výroby v Číne.[1]

1.2 Pracovné zaradenie

Môj pracovný pomer vo firme SECTRON s.r.o. tvorila pozícia technického konzultanta, ktorý spadá pod produktové oddelenie. Cyklus začínal vstupnou kontrolou, kde bolo nutné premerať PSV (Pomer Stojatých Vln) antén a ich odolnosť, následné spracovanie technických dát z výrobného a nákupného oddelenia, tvorba technickej dokumentácie, kde sa vyžadovalo spracovanie základných vlastností antén a úzka spolupráca s VŠB-FEI, kde bolo možné namerať požadované dáta.

Následná náplň práce spočívala v zavádzaní nových produktov na trh. Nutná bola aj tvorba technických náčrtov pomocou programu AutoCad a následná korekcia všetkých údajov so súčasným zavedením produktov do E-shopu. Ďalším bodom môjho pracovného pomeru bolo testovanie nových produktov, ich zavedenie do informačného podnikového systému SAP (Systems Applications and Products in Data Processing), príprava produktových listov v spolupráci s marketingovým oddelením značiek napríklad Trimble, Robustel, Teltonika a podobne.

Súčasťou pôsobenia na technickom oddelení bola aj zákaznícka podpora a reklamačný proces produktov spoločnosti, fyzická realizácia simulácií rôznych okolností na základe požadovanej aplikácie zákazníka s použitím AT-príkazov na ovládanie modemov, rozvíjanie softvérového vybavenia kľúča SMART 3 a niekoľkomesačné testovanie s optimalizáciou funkčnosti. Počas praxe som bol oboznámený aj s problematikou výroby a spracovania káblov a káblových redukcií, kde som mal možnosť otestovať svoje skúsenosti a vedomosti aj priamo vo výrobe.

V prílohe je možné nájsť vybrané ukážky najdôležitejších súčastí môjho pracovného pomeru v podobe zavedenia produktov, tvorby technickej dokumentácie, ktorá obsahuje napríklad náčrt vytvorený v programe AutoCad, znázornenie priebehu reklamačného procesu, ukážky fyzickej simulácie testu GPS jednotky modulu a výstup merania PSV vo forme priloženého grafu.

Hlavný bod samotnej praxe spočíval v inovácii zariadenia GSM Kľúča s ohľadom na nové trendy v oblasti M2M a IoT, prípadne zdokonaľiť existujúce portfólio produktov. Práca s kľúčom zahŕňovala aj školenie, v ktorom som mal za úlohu oboznámiť zamestnancov obchodného oddelenia s funkcionalitou kľúča a pripraviť zamestnancov autorizovaných montážnych firiem na administratívu a konfiguráciu zariadenia a jeho budúceho aplikovania v praxi. Súčasťou prílohy je taktiež fotografia z udalosti školenia.



Obr. 1: Meranie PSV - použitý prístroj - Agilent Technologies N9930A

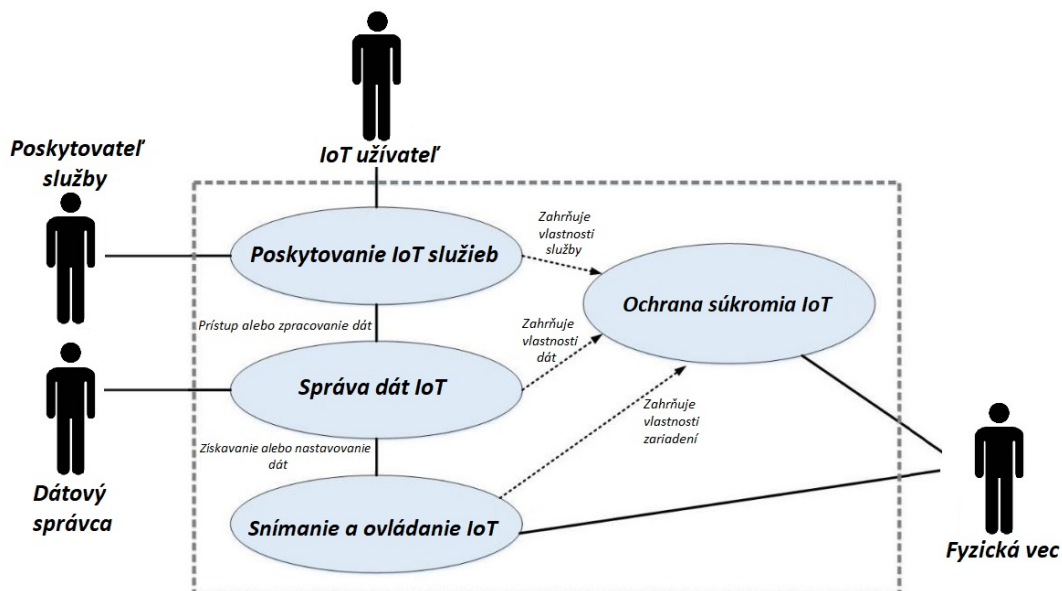
2 Popis technológií

2.1 IoT technologie

Internet vecí, je možné definovať ako „sieť fyzických objektov, ktoré obsahujú implementované technológie slúžiace na komunikáciu a vnímanie, alebo ovplyvňovanie vnútorných stavov či vonkajších prostredí“. [2]

Internet vecí sa skladá zo zariadení pripojených k internetu kdekoľvek na svete. Je schopné poskytovať služby súvisiace s vecami v rámci obmedzení, ako je ochrana súkromia, či sémantická konzistencia medzi fyzickými a ich pridruženými virtuálnymi vecami. Z technického hľadiska zahŕňa senzory a zariadenia, ktoré po pripojení do bežných objektov sú pripojené k internetu cez pevné alebo bezdrôtové siete. Pripojenie k internetu umožňuje komunikovať medzi sebou aj s používateľom. Jeho rozšírenie sa exponenciálne zvyšuje a stále pribúdajú nové možnosti, ktoré sa dajú implementovať do konkrétnych riešení. Základom internetu vecí nie sú konkrétne veci, ale dáta ktoré poskytujú a reprezentujú. Spoločnosť CISCO predvída, že v roku 2020 bude k internetu pripojených až 50 miliard zariadení. [3]

V IoT aplikáciach zariadenie obsahuje zabudovaný bezdrôtový vysielač a prijímač, ktorý následne komunikuje s bránou alebo smerovačom, ktorý môže disponovať internetovým pripojením. V našom prípade brána pomocou GSM modulu komunikuje s užívateľom. Toto pripojenie je možné rozšíriť o prepojenie so vzdialeným serverom založeným na cloude, ktorý potom údaje zhromažďuje, analyzuje, zobrazuje stav činnosti a inicializuje akciu. Najčastejšie je využívaný ako ovládací prvok mobilný telefón, ktorý môže slúžiť ku ovládaniu čohokoľvek, no je možné využiť aj osobné počítače alebo tablety. [4]



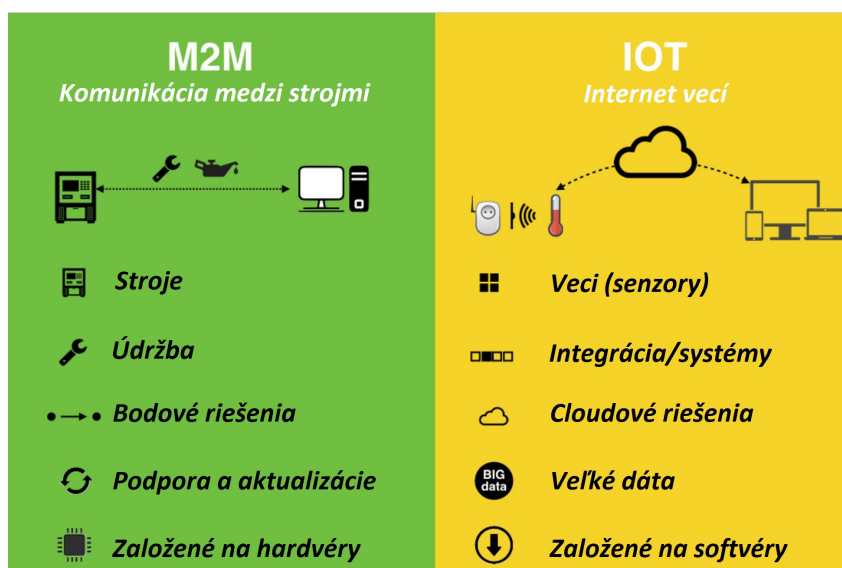
Obr. 2: Všeobecný prípad využitia IoT [5]

Tým že každá vec v rámci internetu je spojená, vedie k významným bezpečnostným hrozbám, ako ohrozenie dôveryhodnosti, integrity dát a podobne. V dôsledku toho musí každé riešenie disponovať ochranou pri prenose, ukladaní a spracovaní dát, a zároveň nesmie brániť overovaniu dátového zdroja. [5]

2.2 M2M

Technológia M2M, ktorá popisuje komunikáciu medzi strojmi je kľúčovým nástrojom internetu vecí. Jedná sa teda o vzdialený prístup k zariadeniu. Pre internet vecí sú základnou jednotkou fyzické a virtuálne veci, zatiaľ čo pri M2M sa jedná o priamu komunikáciu medzi strojmi. Pre IoT je dôležitý IP (Internet Protocol) protokol, ktorý umožňuje prepojenie dát zariadení s cloudovou platformou, zatiaľ čo M2M využíva priamu komunikáciu typu point-to-point, teda bodové riešenia. Tie sa v M2M aplikáciách obvykle skladajú z hardvérových modulov zabudovaných priamo do počítača v mieste zákazníka, kde je možné pomocou mobilnej siete a softvérovými aplikáciami komunikovať.

Platforma M2M je súčasťou sieťového aplikačného serveru a je považovaná za takú skupinu technológií, ktorá sa používa ako základ, na ktorom sú aplikácie, procesy či iné technológie vyvíjané alebo dodávané. Medzi funkcie platformy patrí podpora pripojenia, ktorá sa stará o všetky úlohy, ktoré je nutné previesť pri konfigurácii a podpore pripojenia M2M. Ďalšou funkciou je povolenie služby, ktorá má mnoho možností v rámci podpory riešenia, oznamovania a poskytovania softvérového prostredia. Podpora aplikácií zahŕňa konektivitu viacerých typov zariadení, technológií a poskytovateľov komunikačných služieb. Posledná funkcia platformy je poskytovateľ riešení, kde je všeobecne používaný firmami zaistováciami komplexnú realizáciu spojovania softvérových komponent subsystému. [6]



Obr. 3: Porovnanie M2M a IoT [6]

2.3 GSM (2G)

Systém GSM je celulárny rádio-telefónny systém, ktorý patrí do druhej generácie mobilnej komunikácie a je plne digitálny. Pri porovnaní s analógovými systémami umožňuje dosahovať kvalitnejšie spojenie v nepriaznivých podmienkach pozemných rádiových kanálov. Využíva efektívnejšie pridelené kmitočtové pásma a pre prenos signálu umožňuje dosiahnuť kompatibilitu s inými sieťami, nielen v rámci štátu, ale po celom svete. Základné aplikácie pre GSM boli definované a realizované v pásme 900 MHz. Relatívne nízky počet rádiových okruhov na jednu základňovú stanicu vedie pri vyšších nárokoch, k vytváraniu vysokého počtu malých buniek. To v dôsledku viedlo k požiadavkám k udržaniu vysokej kvality, a preto sa začali vytvárať ďalšie varianty s viacerými frekvenčnými pásmami. Počas vývoja vznikli teda tri štandardy, líšiac sa predovšetkým použitým frekvenčným pásmom a počtom kanálov. Prvý štandard GSM 900 pracuje v pásme 900 MHz, zatiaľ čo GSM 1800 a GSM 1900 na ich príslušných frekvenciách vyplývajúcich z názvu. Varianty 1800 a 1900 sú niekedy označované aj ako digitálne komunikačné systémy (DCS). V súčasnosti dosahuje po celom svete počet užívateľov až 500 miliónov. [7]

Navrhnutý systém musel spĺňať tieto kritéria:

- Kvalita prenášanej reči,
- nízka cena služieb,
- podpora medzinárodného roamingu,
- efektívnosť v budúcnosti,
- výkonnosť.

GSM sieť tvoria tri hlavné časti, kde prvou je mobilná stanica (MS - Mobile Station) a základňová stanica (BTS - Base Transceiver System), druhou je subsystém základňových staníc (BSS - Base Station Subsystem) a tretiu časť predstavuje sieťový a spínací podsystém (NSS - Network Switching Subsystem). Mobilná stanica predstavuje SIM (Subscriber Identity Module) karta, ktorá obsahuje dáta o užívateľovi a všetky potrebné informácie, ktoré zaistia prihlásenie užívateľa do GSM siete. Subsystém základňových staníc tvorí základňová stanica a základňová riadiaca jednotka (BSC - Base Station Controller). Sieťový podsystém tvorí hlavnú komponentu mobilnej spínacej ústredni (MSC - Mobile Switching Center), ktorá zaistuje funkciu telefónnej ústredni. Medzi jej základné funkcie patrí registrácia v sieti, overovanie a lokalizácia polohy, smerovanie hovorov, roaming a spojenie s pevnou sieťou.

Prenos dát je v mobilných sieťach založený na princípe prepájania okruhov. Po vytvorení spojenia je po celú dobu prenosu pridelený účastníkom jeden spojovací kanál. Výhodou tohto spôsobu je možnosť garancie kvality prenosu pri minimálnom prenosovom meškaní, no na druhej strane nevýhodou je neefektívnosť využitia prenosovej kapacity. Prenosové rýchlosti, ktoré systém umožňuje vo svojej základnej variante, sa pohybovali v rýchlosti až 9,6 kbit/s. Kvôli

nedostačujúcej rýchlosti, umožnil systém implementáciu nových štandardov ako napr. GPRS (General Packet Radio Service), ktorého medzigeneračné označenie je 2.5G (Second-and-a-half-generation) a prenosové rýchlosti dosahujú až stovky kbit/s. Na zabezpečenie prenosu dát, je zabezpečenie dôkladnejšie než pri hovorovom signále. Chyba jedného bitu v prenose dát môže spôsobiť chybu pri riadení procesov, zatiaľ čo pri prenose jedného bitu u hovorového signálu je výpadok nepostihnuteľný. [8]

3 GSM Kľúč

S nedávnym rozšírením komunikačných sietí môžu byť inteligentné domáce aplikácie ďalej rozšírené o nové dimenzie schopností, ktoré predtým neboli dostupné. Funkčná architektúra GSM využívajúca princípy inteligentnej siete a jej ideológia, ktorá poskytuje rozvoj GSM, je prvým krokom smerom k skutočnému osobnému komunikačnému systému, ktorý je dostatočne štandardizovaný na zabezpečenie kompatibility.

GSM kľúč je komunikačné zariadenie, ktoré tvorí modulátor a demodulátor (modem). Ten pomáha konvertovať digitálny signál na službu krátkych správ alebo SMS (Short Message Service), na odosielanie a prijímanie dát cez sieť. Je pomerne efektívny a okamžitý v porovnaní s ostatnými bezdrôtovými zariadeniami. Prostredníctvom efektívneho využívania týchto modemov je možné jednoducho a rýchlo poselať správy prostredníctvom mobilnej veže. Kľúč obsahuje rozhranie kompatibilné s najrôznejšími typmi pohonu, ktoré je následne možné ovládať pomocou mobilného telefónu. Práca s kľúčom je zdarma, pretože akcia je uskutočnená tzv. prezvonením (zavolaním a zavesením hovoru) telefónneho čísla SIM karty, umiestnenej v zariadení, ktorá slúži na pripojenie modemu k poskytovateľovi služieb. Výhodou je, že karta SIM obsahuje všetky podstatné údaje užívateľov, ako napríklad číslo členstva, číslo predplatného a podobne. Tým sa môže medzi mobilnými telefónmi a modemami ľahko zamieňať. Kľúče disponujú dvoma základnými módmami, ktoré predstavujú priebežné a spätné vyhodnocovanie, teda príslušná akcia sa vykoná počas prezvávania, alebo až po ukončení hovoru na príslušnom tóne.

Vstupy a výstupy kľúču: **Výstupy OUT** (output) slúžia iba ako reléový výstup, ktorého funkciou je spínanie obvodu, ktorý reaguje na vytočený hovor alebo SMS správu z mobilnej siete. (ovládanie brán, vrát, závor, záhradného zavlažovania, vykurovania atp.) **Vstupy IN** (input) reagujú na externý elektrický impulz z tzv. periférií (senzory, čidla atď.), ale len pri modeli Profi 3, zatiaľ čo pri ostatných typoch je nutné pripojiť externý zdroj energie.

Hlavným cieľom tohto riešenia, je možnosť ovládať svojho domu odkiaľkoľvek na svete, kde je GSM sieť dostupná, a to je hlavným dôvodom prechodu väčšiny podnikov na toto riešenie - zlepšenie komunikácie a efektívnosti.

3.1 Ochrana GSM Kľúča

Ako bolo spomenuté, pre funkčnosť kľúča je nutné vlastniť kartu SIM, ktorá zároveň tvorí aj samotnú ochranu. Tá spočíva v overení konkrétneho volajúceho čísla, zo zoznamom uloženým buď na kľúči, alebo na karte SIM, v závislosti na typu použitej pamäte modulu. Ak systém vyhodnotí zhodu, následne je vytvorené spojenie, čo má za následok zopnutie reléového výstupu a vykonanie konkrétnej akcie. Podmienkou je, aby prvé telefónne číslo v zozname obsahovalo použitú syntax „ADD MASTER +420XXXXXX” (kde X tvoria číslo administrátora) pre pridanie správcu (master). Ten dokáže v prípade potreby na diaľku spravovať zariadenie. Ďalšie telefónne čísla môžu tvoriť buď ďalších správcov alebo obyčajných užívateľov, ktorý môžu mať obmedzené privilégia v závislosti na potrebe. Obyčajný užívateľ má oprávnenie ovládať iba príslušné reléové

výstupy. V prípade, že sa tam číslo nenachádza a zariadenie je aktívne, užívateľ je schopný počuť pol-tón, ktorý je indikátor toho, že je kľúč riadne uvedený do prevádzky, ale následne je hovor odmietnutý a vyhodnotený ako neautorizovaný. Softvérové vybavenie kľúča tvorí aplikácia pre Android a iOS zariadenia, SECTRON GSM KEY, ktorá sa stará o spravovanie užívateľov privilegia, skupiny, počet prezvonení pre vykonanie akcie atp. Pre uskutočnenie akcie nie je nutné vykonať hovor, stačí jednoduché prezvonenie, a preto sú náklady na obsluhu nulové.

3.2 Periférie

Medzi najpoužívanjšie príslušenstvá by sme mohli zaradiť magnetické dorazové senzory, fotobunky a podobne. Magnetický senzor slúži nato, aby mohlo užívateľ pri svojej neprítomnosti zistiť aký je momentálny stav brány (logická 1 - zatvorené, logická 0 - otvorené). Fotobunka na druhej strane slúži nato, aby nedošlo k prípadným kolíziám medzi vozidlom a bránou.

Existujú dva typy senzorov:

- Aktívne predstavujú také, ktoré dokážu na základe analogového vstupu vygenerovať elektrický pulz samostatne,
- pasívne vyžadujú externý prívod napájania.

Spoločnosť SECTRON s.r.o. disponuje portfóliom najrôznejších kľúčov, kde záleží už na samotnom zákazníkovi a jeho potrebách, aké zariadenie si zvolí. Typy sa líšia v počte portov, módmi, celkovým vyhotovením produktu alebo dostupným balíčkom, ktorý navyše obsahuje záložnú batériu. Každý kľúč je dodávaný s GSM anténou so ziskom 2 dBi.

3.3 Vlastnosti GSM Kľúča

Dominantnou výhodou kľúča je absencia externého ovládača čo priamo súvisí s jeho nízkou cenou pri možných vysokých počtoch užívateľov. V našom prípade slúži na komunikáciu a ovládanie mobilný telefón. Tým sa otvára možnosť kontroly na veľkú vzdialenosť, pretože GSM má harmonizované spektrum, čo znamená že aj keď rôzne krajiny pracujú na odlišných frekvenčných pásmach, používatelia sa môžu bez problémov prenášať medzi sieťami a zachovať si rovnaké číslo. To podporuje rozsiahle celosvetové pokrytie (viac než 218 krajín). Použitie mobilného telefónu eliminuje nutnosť vlastniť bežné ovládače, kde je zároveň potrebná vysoká investícia na ich samotnú kúpu, zatiaľ čo použitie GSM kľúču je bežné. Cena prijímacej jednotky pre ovládanie tvorí zhruba polovičnú cenu samotného kľúča, no pri riešení troch a viac užívateľov, začína byť toto riešenie cenovo výhodnejšie. Implementácia do domácnosti je jednoduchá a prebieha v krátkom čase, preto je možné ju využiť v takmer všetkých prípadoch. Medzi ďalšie výhody patrí vysoká bezpečnosť, nevyžaduje pripojenie na internet, správa užívateľov pomocou počítača alebo telefónu. Administratíva sa vykonáva pomocou SMS a PC (Personal Computer) (Windows) s použitím USB (Universal Serial Bus) /RS232/ETH (Ethernet) rozhrania.

Všeobecná nevýhoda tohto riešenia je závislosť kľúču na sieti, preto môže prípadné zahltenie znížiť spoľahlivosť systému. Táto skutočnosť je zriedkavá, no môže sa vyskytnúť napríklad počas sviatkov, kde prevádzka dosahuje kritickú úroveň. Nevýhody najmä starších kľúčov (HOME a PROFI2) spočívali v rozmernom plastovom konštrukčnom vyhotovení. Pri nových kľúčoch ako je LITE 3 a SMART 3 je ich prevedenie menej rozmerné a kryt je z kovu. Medzi ďalšie významné nevýhody starších zariadení patrilo aj pripojenie komunikačného rozhrania pomocou RS232, čo malo za následok použitie až dvoch káblových redukcií, teda RJ45 na RS232 a následne na USB. Nevýhodou GSM riešenia je, že môže rušiť určitú elektroniku, pracujúcu na rovnakom kmitočtovom pásme. V dôsledku toho mnohé miesta, ako sú lietadlá, vyžadujú vypnutie mobilných telefónov. Pri dostatočnom počte užívateľov sa môže vyskytnúť interferencia. Rýchlejšie technológie, ako napríklad 3G, boli preto vyvinuté na odlišných typoch prístupu než GSM, čo viedlo k prípadnému predídaniu zahltenia šírky pásma.

3.4 Využitie GSM kľúča v praxi

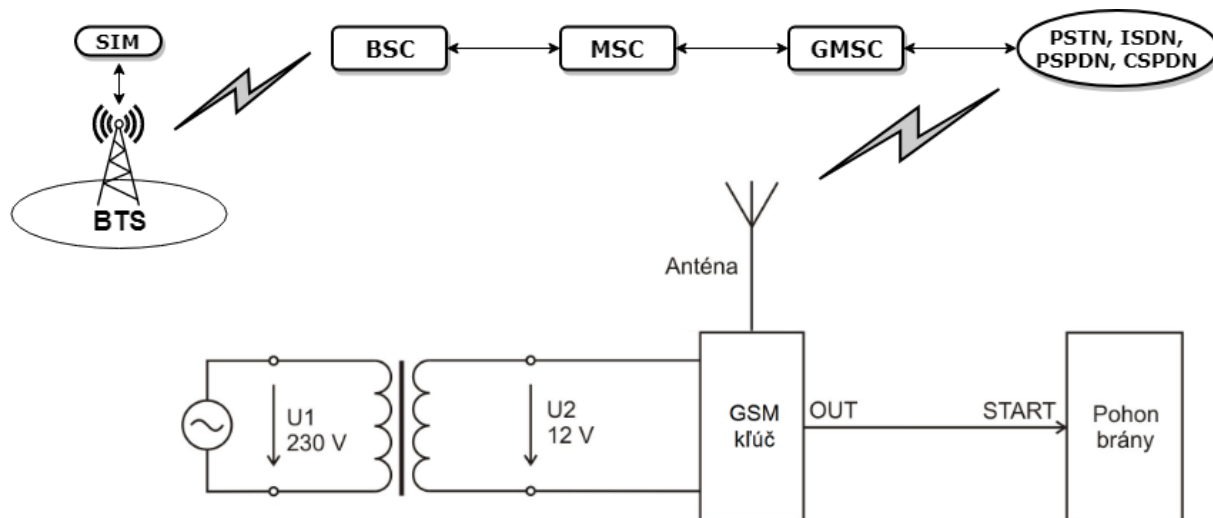
V tejto časti sa budem zaoberať konkrétnym využitím GSM Kľúča v praxi. V mojom výbere som zvolil jeho najbežnejšie využitie a zároveň netradičnejšie no inovatívne riešenie v oblasti spracovania medu, konkrétne sledovaním jeho váhy. Medzi ďalšie významné využitia by som spomenul diaľkové ovládanie centrálneho zahrievania, svetiel, predhriatie motorov, zavlažovacie systémy, vodné pumpy (studne), vzdialený reštart serverov alebo smerovačov alebo zapnutie a vypnutie bezpečnostných systémov. V dnešnej dobe sa využité kľúču snaží rozšíriť do všetkých odvetví, medzi jedno z najužitočnejších by som spomenul využitie vo verejnej správe, konkrétne pri hasičoch, kde sú za pomoci kľúča a príslušných senzorov oboznámení s prípadným požiarom, a tak sú schopní okamžite reagovať.

3.4.1 Príjazdová brána

Primárnou úlohou GSM kľúča od jeho vytvorenia, bolo vzdialené ovládanie garážových dvier alebo brán. Tento spôsob využitia je v dnešnej dobe najčastejší aj tým, že sa postupne dostáva do povedomia širšej verejnosti. Zákazníci sú pomaly oboznámení s výhodami a práve aj finančné hľadisko je dôvod, prečo ľudia volia toto riešenie. Eliminácia dodatočného ovládacieho prvku v podobe ovládača, umožnila znížiť celkové náklady potrebné na správny chod. Kľúč sa upevňuje priamo pri bráne, kde sa následne prepojí s elektrickou energiou a mechanizmom na pohyb brány. Užívateľ následne pomocou GSM siete je schopný komunikovať so zariadením a pomocou prezvonenia vykonať príslušnú akciu. Nasledujúci diagram znázorňuje základný princíp komunikácie GSM kľúča.

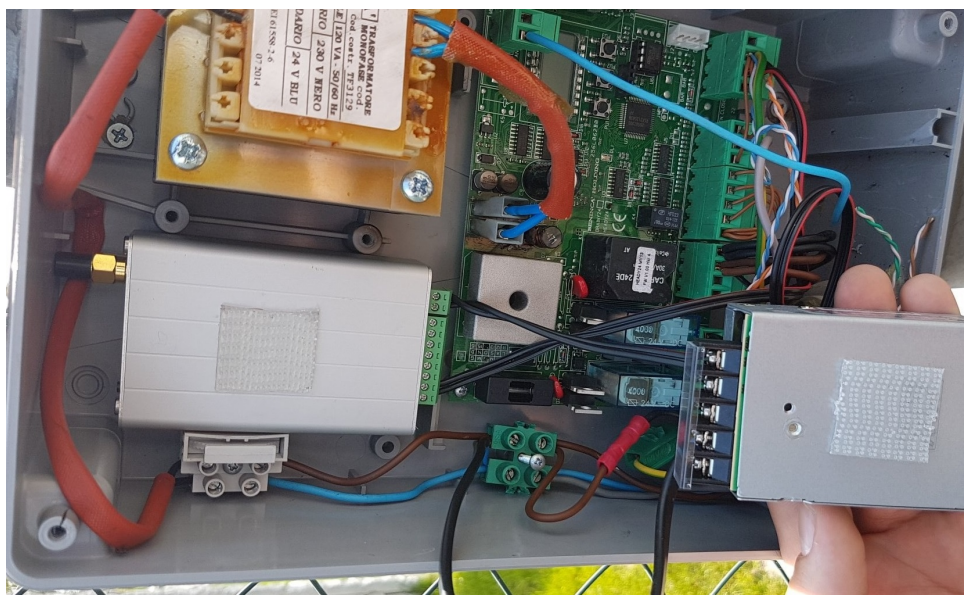
Následujúci diagram znázorňuje praktické zapojenie ovládacích káblov a príslušenstva do príslušného pohonu. Na pripojenie som využil prívod elektrickej energie zo siete o veľkosti striedavých 230 V. Pri zapojení bolo nutné použiť transformátor, keďže limit napájania kľúču sa

pohybuje v rozmedzí od 8-30 V jednosmerného prúdu. V tomto prípade sme transformovali na hodnotu 12 V.



Obr. 4: Diagram komunikácie užívateľa s GSM kľúčom

Druhá varianta pripojenia by spočívala v zapojení do existujúcich svoriek s overenou hodnotou napätia riadiacej jednotky motoru, ktorá slúži k pripojeniu prídavného príslušenstva. Výstup OUT1 z GSM kľúča SMART 3 je potom zapojený do svoriek označených START. Celá inštalácia prebiehala pod dozorom kompetentnej osoby.



Obr. 5: Ukážka zapojenia riadiacej jednotky

3.4.2 Medováha

Medzi novými inovačnými riešeniami využitia GSM kľúča patrí práve medováha. Tú tvorí kompletná zostava, ktorá umožní vzdialené sledovanie a vyhodnocovanie zberu medu úlov sústredených v jednej oblasti. Je možné sledovať váhu úlu v intervaloch raz za hodinu a tak zisťovať aj denné prírastky (prípadné úbytky) jednotlivých úlov. Medováha umožňuje aj nameriavať teplotu okolitého a vnútorného prostredia, vďaka využitiu tepelného senzoru. Základom Medováhy je vyhodnocovacia jednotka, ktorá sa stará o zhromažďovanie nameraných hodnôt. K jednotke sa štvoržilovým káblom dokáže pripojiť až 32 váh, ktoré sú umiestnené priamo na úle. Na prenos daných informácií prostredníctvom vzdialeného spojenia sa stará práve GSM sieť a použitie GSM kľúča, ktorý zabezpečuje spoľahlivú komunikáciu medzi úlom a užívateľom.

3.5 Typy GSM Kľúčov

3.5.1 GSM Kľúč LITE 3

Jedná sa o základnú verziu GSM kľúča, ktorú firma doporučuje do riešení v menších komplexoch ako sú rodinné domy a v oblasti využitia, kde nie je nutné spravovať veľké množstvo užívateľov. Verziu LITE 3 je možné administrovať iba prostredníctvom SMS správ alebo za pomoci zmienenej mobilnej aplikácie SECTRON GSM KEY. Táto aplikácia slúži pre správu a pomoc pri zadávaní syntaxe SMS správ a je súčasťou každého GSM kľúču.



Obr. 6: GSM kľúč LITE 3 [9]

Kľúčové vlastnosti LITE 3

Zariadenie je umiestnené v tele hliníkového krytu o veľikosti 25 x 54 x 97 mm. Táto varianta má ale iba jeden reléový výstup a dva digitálne vstupy pre pripojenie periférií. Navyše, oproti

ostatným zariadeniam, má zabudovaný záložný zdroj (LI-ION batériu) s kapacitou 1200 mAh. Mini USB port v tomto prípade slúži iba výhradne pre diagnostikovanie prípadných chýb za pomoci AT príkazov. Slot pre zasunutie SIM karty je pri tomto prevedení o veľkosti Mini SIM.

Pamäť vyhradená pre užívateľov je obmedzená iba na doporučených 20 užívateľov. Zariadenie totiž neukladá registrovaných užívateľov do internej pamäte modulu, ale číta a zapisuje z/do pamäte SIM karty.

Ako spájací prvok slúži konektor SMA(f) k pripojeniu externej kľbovej GSM antény so ziskom 2 dBi. V prípade umiestnenia kľúča v kovovom kryte riadiacich jednotiek alebo vrát, sa v miestach s nižšou úrovňou prijímaného signálu využíva robustnejší typ antén, ktoré disponujú vyšším ziskom. [9]

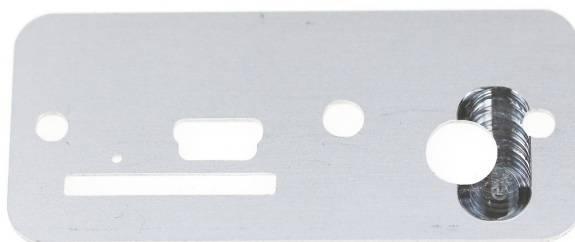
Konštrukčný nedostatok zariadenia a jeho eliminácia

Behom pôsobenia vo firme som narazil na problém pri zákazníkoch, ktorí sa sťažovali na nezvyčajnú stratu signálu a neštandardné chovanie tohto zariadenia. Behom následnej diagnostiky a testovania sa preukázalo, že modul použitý v danom kľúči sa odpojuje zo siete zo strany operátora, z dôvodu nízkej úrovne prijímaného signálu. Hodnoty klesali až pod kritickú úroveň -100 dBm.

Podnetom tohto problému bola práve zmieňovaná hliníková konštrukcia, ktorá sa dotýkala kostry panelového SMA (f) konektoru a tým sa stala súčasťou antény, čo malo za následok impedančné neprispôsobenie a úplne rozladenie pracovných frekvencií použitej antény.

Riešenie problému

Vyfrézovanie vnútornej strany hliníkovej konštrukcie, čo v dôsledku vytvorilo nevodivý priestor medzi týmito komponentami. Ako celkové riešenie tohto problému bol upravený automatizovaný výrobný proces v budúcich kľúčoch, v oblasti pripojenia SMA konektorov.



Obr. 7: Ukážka eliminácie konštrukčného nedostatku zariadenia

3.5.2 GSM Kľúč Profi 2 Home 2

Home2 je z pohľadu funkcií a využitia porovnateľná s verziou LITE 3. Je prispôbena pre menej náročné aplikácie, rádovo do 20 užívateľov. Na prvý pohľad je patrné, že sa tieto dva typy líšia veľkosťou a použitým materiálom pre výrobu krytu. Kryt je tvorený kombináciou plastu a kovu, s rozmermi 30 x 90 x 102 mm. Líšia sa taktiež počte vstupných a výstupných portov. Na päťici

sa nachádzajú 2 reléové výstupy a 4 digitálne vstupy. V tomto prípade majú vstupy spoločnú zem - port je označený ako GND (ground). Navyše sa tu nachádza napájací port VPER, ktorý slúži pre pripojenie majáku brány alebo popríklad iných periférií a port VBACK pre pripojenie v podobe záložného zdroja alebo batérie. Totožné zapojenie pinov a obdobná konštrukcia platí aj pre verziu Profi 2.

Profi 2 pre ukladanie kontaktov využíva pamäť modulu, čím sa docielilo rapidného navýšenia kapacity pre ukladanie kontaktov na 1000 užívateľov. Konektor FME(m) slúži k pripojeniu externej antény pre príjem signálu v pásme 2G - GSM. Ďalším rozšírením je vznik počítačovej aplikácie pre Windows, s názvom „GSM Klíč Admin“. Slot pre zasunutie SIM karty je v oboch prípadoch o veľkosti Mini SIM.

Po pripojení k PC prostredníctvom sériového rozhrania typu RS232 je možné vykonávať rôzne úpravy nastavení, spoločne s rozšírenými funkciami a administráciou užívateľov. Táto aplikácia nielenže ušetrí veľké množstvo času, ale zjednoduší a prehľadní jednotlivé funkcie GSM kľúču Profi 2. Navyše napomáha k redukcii chýb spôsobených ľudským faktorom pri odosielaní SMS správ, a to v pohode využitia predom definovanej syntaxe. Koniec roku 2018 priniesol v tomto odvetví pár zásadných zmien. Ukončenie výroby jednej z hlavných komponentov bohužiaľ zapríčinilo ukončenie výroby najúspešnejšej verzie kľúču Profi 2 a Home 2. Tie na druhej strane boli nahradené novou verziou SMART 3, ktorá si kladie za cieľ nahradiť funkcionalitou všetky existujúce GSM kľúče a vytvoriť jedno inovatívne kompletne riešenie v čo najmenších rozmeroch. [10]



Obr. 8: GSM kľúč Profi 2 [10]

3.5.3 GSM Klíč Profi 3

Po obrovskom úspechu predchodcov z rady Profi sa firma rozhodla pre ďalšiu inováciu vo forme GSM kľúča Profi 3. Varianta je vhodná hlavne do miest s nadmernou vyťaženosťou ako sú rozsiahle bytové komplexy, hotely, verejné parkoviská a veľké firmy.

Zariadenie bolo rozšírené o počet vstupných a výstupných portov. Sériový port RS232 bol nahradený skutočným LAN (Local Area Network) portom RJ45 pre pripojenie ethernetovej kabeľáže, čo v dôsledku zmenilo spôsob prevádzania administratívy. Tieto zmeny priniesli množstvo výhod, medzi ktoré najkľúčovejšie z nich úzko súvisia s veľmi obmedzenou vzdialenosťou pripojenia pomocou RS232, kde dosah spojenia mohol dosahovať maximálne 1 m. Teda ak chcel užívateľ nastavovať GSM kľúč Profi a Profi 2 pomocou počítačovej aplikácie pre Windows, musel sa fyzicky nachádzať v blízkosti zariadenia, čo sa neskôr osvedčilo ako nepraktická metóda. V prípade ethernetového spojenia je vzdialenosť značne predĺžená. Od počítačovej aplikácie sa v tejto variante upustilo a prešlo sa k administrácii prostredníctvom webového rozhrania, ku ktorému je prístup zabezpečený formou autentifikácie a následne autorizácie. Zariadenie je taktiež osadené slotom pre kartu typu Mini SIM. [11]

Metódy pripojenia

Je možné vytvorenie lokálnej siete LAN medzi počítačom a GSM kľúčom, kde sa pristupuje pomocou definovanej statickej IP adresy 192.168.0.22. Ďalej sa tu nachádza možnosť pripojenia do už existujúcej vybudovanej počítačovej siete, kde mu napr. smerovačom je pridelená IP adresa z daného rozsahu siete. Poslednou variantou je možnosť vzdialenej komunikácie a konfigurácie pomocou tzv. http prepravca (forwarder) prostredníctvom GPRS/EDGE siete. Táto funkcia je prevádzkovaná na jednom z firemných serverov na IP adrese 89.29.58.134.

Na spodnej časti GSM kľúča je umiestnený prepínač, ktorý slúži k prepínaniu typov vstupov na aktívny a pasívny. **Aktívny režim** prepne na vnútorne napájanie a očakáva pasívny vstup. **Pasívny režim** odpoji vnútorne napájanie a očakáva aktívny napäťový vstup.



Obr. 9: GSM kľúč Profi 3 [11]

3.5.4 GSM Klíč SMART 3

V dnešnej dobe je veľký dôraz kladený aj veľkosti zariadeniu, tento model vychádza z prevedenia doposiaľ najmenšej rady LITE 3. Už na prvý pohľad je možno zbrať rozdiely vo forme zmeny veľkosti SIM karty z Mini na modernejší a veľkostne úspornejší typ Nano. USB port, ktorý sa pri svojich predchodcoch využíval výhradne pre servisné účely (komunikáciu pomocou AT-príkazov) má v momentálnej situácii značne vyšší rozsah využitia. Pomocou portu je možné s modulom nielen komunikovať, ale aj celé zariadenie zároveň napájať elektrickou energiou a administrovať pomocou už zmieňovanej aplikácie pre Windows Smart 3 Admin.



Obr. 10: GSM klíč SMART 3 [12]

Na svorkovnici sa nachádza 2x pasívny digitálny vstup Input1 (IN1) a Input2 (IN2) a 2x reléový výstup Output1 (OUT1) a Output2 (OUT2) pre pripojenie zariadenia, ktoré chceme spínať pomocou prezvonenia alebo SMS. Vstupy fungujú na rovnakom princípe ako u všetkých predchádzajúcich verzií okrem Profi 3, kde existuje možnosť prepnutia a využitia vnútorného napájania vstupov rovno zo zariadenia. Poslednú časť svorkovnice tvoria napájacie svorky s označením PWR (Power). Pre zvýšenie bezpečnosti bol do DPS (Doska Plošných Spojov) implementovaný usmerňovací mostík, ktorý zabráňuje chybnému zapojeniu polaritu napájania.

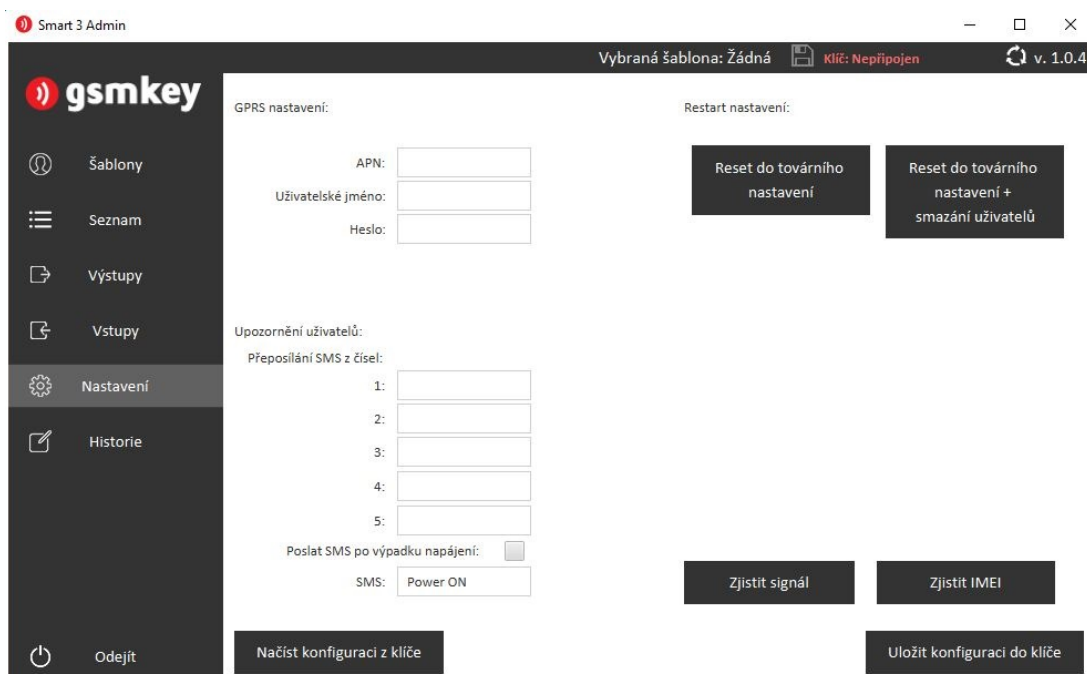
Pre uľahčenie administratívy zariadenia vznikli programy určené ako pre Windows, tak aj pre mobilný telefón, s názvom SECTRON GSM KEY. Program vznikol z dôvodu problémov s nekompatibilitou staršieho programu GSM Klíč s novými verziami operačných systémov Android a iOS.

Smart 3 predstavuje najnovší typ GSM kľúča, ktorý by v budúcnosti svojou funkcionalitou mal spojiť všetky typy týchto zariadení do jedného a vytvoriť tak jedno kompletné riešenie. Vďaka vybranému modulu BGS5 sa tu nachádza aj potenciál pre ďalšie zdokonalenia a implementovania aditívnych funkcií prostredníctvom programovacieho jazyku Java. Modul disponuje pamäťou typu flash o veľkosti 4 MB. Firemná stratégia kladie dôraz na inovatívnu implementáciu tzv. cloudových služieb, kde by sme ku kľúču pristupovali vzdialeným prostredím paketovej siete GPRS. [12] Manuál, na ktorého výrobe som sa podieľal, je taktiež súčasťou prílohy na CD.

Kapitola 3.7 popisuje varianty doporučených antén zvolených pre inštaláciu GSM kľúča SMART3 v závislosti na podmienkach inštalácie.

Tabuľka 1: Zrovnanie variant GSM kľúčov

| | LITE 3 | PROFI 2 | PROFI 3 | SMART 3 |
|--------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Obal | Kovový | Plastový | Plastový | Kovový |
| Rozmery [mm] | 25 x 54 x 97 | 30 x 90 x 102 | 58 x 52 x 89 | 25 x 54 x 97 |
| Počet užívateľov | 20 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Výstupy/Vstupy | 1/2 | 2/4 | 4/4 | 2/2 |
| História udalostí | Nie | Nie | Áno | Áno |
| Administrácia pomocou SMS | Áno | Áno | Áno | Áno |
| Administrácia pomocou PC | Nie | Áno | Áno | Áno |
| Webové rozhranie | Nie | Nie | Áno | Cloud |
| Aplikácia pre telefón | Áno | Áno | Áno | Áno |
| Nastavenie expirácie užívateľa | Nie | Nefunkčný | Áno | Áno |
| Rozhraní | miniUSB | USB-B | Ethernet | MicroUSB |
| Typ SIM karty | Mini SIM | Mini SIM | Mini SIM | Nano SIM |



Obr. 11: Náhľad programu Smart 3 Admin

3.6 Výber vhodnej antény

Obdobne tak ako mobilný telefón je GSM kľúč jedným z prvkov GSM siete. Už niekoľkokrát som sa stretol s problémami, kedy stavové LED (Light Emitting Diode) indikátory indikovali stratu signálu a snažili sa opätovne pripojiť ku sieti GSM. Pre bezproblémový chod je teda dôležité, aby bolo zaistené dostatočné pokrytie signálu v mieste inštalácie. Po dôkladnom zvážení som navrhol riešenie, ktoré implementovalo do aplikácie SMART 3 Admin funkciu na zistenie signálovej úrovne v jednotkách dBm, ktorá sa následne prevedie na tabuľkovú hodnotu kvality príjmu,

táto tabuľka je súčasťou CD prílohy. Na základe získaných hodnôt môže technik nasledovne ihneď pri inštalácii obratne odporučiť vhodnejší typ antény, aby sa predišlo prípadným problémom.

Využitie internej (integrovanej) antény, ktorá by bola umiestnená priamo na DPS neprichádza v úvahu. Dôvodom je kovová konštrukcia zariadenia.

Súčasťou balenia GSM kľúča SMART 3 je všesmerová kľbová GSM anténa so ziskom 2 dBi a PSV menším než 1.8:1. Anténa je osadená SMA (m) konektorom s charakteristickou impedanciou 50 Ohmov. [13]



Obr. 12: Kľbová anténa AGSM-SMAK [13]

Pre miesta s nízkou úrovňou príjmu sme zvolili všesmerovú anténu, ktorá pri vhodnom umiestnení dosahuje pomerne vyššiu ziskovosť a síce až 9 dBi. Jedná sa o prúťovú anténu s magnetickou základňou, ktorá sa umiestňuje na priamo na kovovú plochu a tým dochádza k rapidnému zvýšeniu smerovosti antény. Kovový povrch by sme teda mohli označiť ako tzv. protiváha. [14]



Obr. 13: Magnetická anténa AGSM-MG9 [14]

Pri zohľadnení všetkých aspektov som sa uchýlil k tretej možnej variante. Zariadenia sa veľmi často umiestňujú do riadiacej jednotky pohonu brány. Z ukážky jednej z riadiacich jedno-

tiek, ktorý popisuje reálnu inštaláciu zariadenia k bráne na obrázku č.5 je možné vidieť, že pre umiestnenie GSM kľúča už nie je množstvo priestoru. Anténa, ktorá je teda súčasťou balenia je niekedy až veľmi rozmerná. Z tohto dôvodu bola navrhnutá anténa minimalistických rozmerov. Na druhej strane, jej slabou stránkou je dosahovanie malých hodnôt zisku a nízkej účinnosti s PSV menším než 2.1:1. Anténa je vhodná do miest s vysokým pokrytím lokálneho operátora. [15]



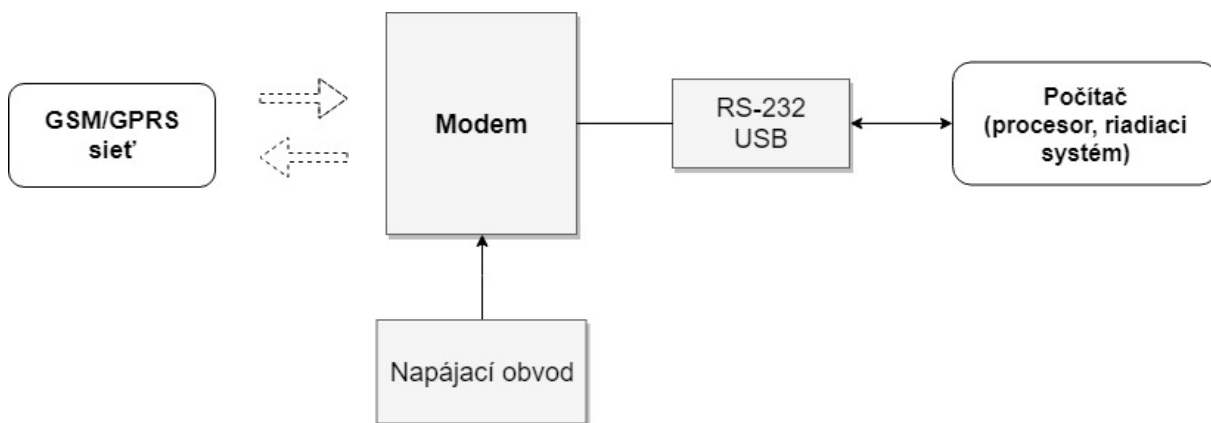
Obr. 14: Skrutkovacia GSM-SMVS1 anténa [15]

Tabuľka 2: Porovnanie antén

| | Klíbová anténa AGSM-SMAK | Magnetická anténa AGSM-MG9 | Skrutkovacia anténa GSM-SMVS1 |
|---------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|
| Pracovná frekvencia | 900/1800 MHz | 900/1800/2100 MHz | 900 MHz |
| ZISK | 2 dBi | 9 dBi | 2 dBi |
| VSWR | <1.8:1 | <1.8: 1 | <2.1:1 |
| Rozmery [mm] | 90: 87 x 30.7 x 10; 180: 108 x 10 Ø | Ø 68 x 448 | 17.8 x 9.1 |
| Typ káblu | - | RG58U | - |
| Konektor | SMA(m) | SMA(m) | SMA(m) |
| Impedancia | 50 | 50 | 50 |
| Smerovosť | Všesmerová | Všesmerová | Všesmerová |

4 Návrh voľby najvhodnejšieho modulu

V spoločnosti som dostal za úlohu, preštudovať si trendy v oblasti IoT a M2M a inovovať najnovší produkt GSM Kľúč SMART 3. Môj návrh na inováciu spočíval vo výbere obvodového modulu pre maximalizáciu efektívnosti zariadenia. Modul slúži na nadviazanie komunikácie medzi PC a systémom GSM. Modul pozostáva z modemu spojeného z napájacím obvodom a komunikačnými rozhraniami ako napríklad USB, RS232 atp. Zahrnutím interného modulu má kľúč bezdrôtovú alternatívu na komunikáciu, ktorá umožňuje všetky výhody modernej prepravy dát, za zlomok nákladov ktoré by boli potrebné na úplnú aktualizáciu lokálnej siete.



Obr. 15: Blokový diagram znázorňujúci spôsob prepojenia súčastí typického GSM/GPRS modulu

Na samotný výber bolo dôležité zohľadniť súčasné trendy a zvoliť vhodnú komunikačnú technológiu, ktorá má v Českej Republike dostatočné pokrytie. Medzi ďalšie body patrila snaha o minimalizáciu veľkosti zariadenia, výberom vhodných služieb a určením dodávateľa (dodatočné služby, dostupnosť, celkové náklady, zmluvné podmienky). Výber bol zameraný na najväčších svetových dodávateľov obvodových modulov Telit, Quectel a Gemalto.

4.1 Telit

Z portfólia spoločnosti Telit som zvolil GSM modul GL865 V3.1. Predstavuje novú produktovú radu spoločnosti, ktorá je odporúčaná pre nové návrhy a nasadenie v tých regiónoch, kde nie je ohlásené okamžité ukončenie podpory 2G a pre aplikácie IoT, kde nie je potrebné z nákladovo optimalizovaného štandardu prechádzať na drahšie alternatívy. Tento modul je dostupný v dvoj-pásmových alebo štvorpásmových variantách pre globálne pokrytie. Zachovávajú si úplnú kompatibilitu hardvéru a softvéru, čím poskytujú priamu náhradu svojich predchodcov a disponujú možným prechodom na inú technológiu. Produkt je odporúčaný pre nové dizajny vyžadujúce GSM alebo GPRS škálovateľnosť v kompaktnom balíku, ktorý poskytuje jednoduchú integráciu a zníženie nákladov na konečnú aplikáciu.

Medzi kľúčové výhody patria bezproblémové aktualizácie pre aplikácie, kde sa využívajú 2G modely s nízkou cenou. Je odporúčaná medzi pre riešenia, kde sa vyžaduje nízka spotreba energie. Je ideálnym riešením pre aplikácie v zabezpečovacích systémoch, automatizovaných odčítacích prístrojoch a termináloch. Disponuje možnosťou rozšírenia o GPS a GLONASS prijímače, pre riešenia ktoré vyžadujú získavanie polohy, ako napríklad správa pozemných komunikácií a podobne. IoT konektivita zabezpečuje podporu rozsiahlych balíčkov služieb a konektivitou, ktorá môže byť použitá na zvýšenie efektívnosti celkového zariadenia.

Vlastnosti modulu spočívajú vo využití dvoch alebo štyroch frekvenčných pásiem. Možnosť kontroly a nastavenia prebieha za použitia AT príkazov a špeciálneho rozšírenia funkcií pridané spoločnosťou Telit. Čo sa týka mobilného hľadiska, je možné využívať množstvo hlasových a adaptívnych multikanálových hlasových kodekov. Vstavané TCP (Transmission Control Protocol)/IP protokoly, vrátane UDP (User Datagram Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) a FTP (File Transfer Protocol) protokolu sa starajú o spoľahlivú komunikáciu pomocou internetu.

Aplikačné vybavenie tvorí interpretovaný programovací jazyk Python, ktorý sa stará o tvorbu jednoduchých skriptov, ktorú podporuje interná pamäť modulu 800 kb. Unikátnou službou modulu je automatický skenovanie GSM frekvencií aj bez nutnosti použitia karty SIM. [16]



Obr. 16: Modul TELIT GL865 V3.1 [16]

Hlavné vlastnosti:

- Quadband 850/900/1800/1900 MHz
- Detekcia rušenia
- Programovací jazyk Python
- Senzitivitu predstavuje -108 dBm pri pásmach 850/900 MHz a -107 dBm pri 1800/1900 MHz

4.2 Quectel

Ako druhú voľbu, ktorá spĺňala rovnaké kritéria a bola v rovnakej cenovej hladine, som zvolil modul od spoločnosti Quectel MC60. Štvorpásmový viacúčelový GSM/GPRS modul, využíva LCC (Leadless Chip Carrier) metalizovaný balík čo znamená, že disponuje technológiou povrchovej montáže, ktorá využíva pokovované podložky na bokoch prevedenia. Je ideálny pre nekomplikované a lacné aplikácie. Môže fungovať ako jedno kompletne samostatné riešenie podľa požiadaviek. Možnosť ručného pájania a odstraňovania pomáha pri riešeníach s nízkou objemovou výrobou. Obsahuje integrovanú technológiu GNSS pre satelitnú navigáciu a na základe najnovšej 2G čipovej sady má optimálny výkon v SMS a dátovom prenose. Jeho silnou stránkou je integrácia GPRS a GNSS technológii v jednom kompaktnom a nízko profilovom balíku. Podporuje aj technológiu EASY TM pre zisťovanie polohy, čo umožňuje technológii GNSS dosiahnuť veľmi rýchlu interakciu pri absencii satelitných informácií. Vstavané LNA (Low-Noise Amplifier), teda nízkošumový zosilňovač, poskytuje modulu vylepšenú citlivosť na rádiové frekvencie a výnimočný výkon pri snímaní aj v oblastiach so slabým signálom.

Zabudovaná flash pamäť poskytuje kapacitu na ukladanie konfigurácii špecifických pre používateľa a umožňuje budúce aktualizácie. Súčasná spotreba energie je navrhnutá úspornou technikou a preto dokáže byť v pohotovostnom režime a iných záložných režimov, ktoré vyhovujú požiadavkám na nízku spotrebu v rôznych riešeniach. Integrácia internetových protokolov TCP, UDP, PPP (Point-to-Point Protocol), HTTP (HyperText Transfer Protocol) a FTP umožňuje s kombináciou rozšírených AT príkazov jednoduché využívanie internetových služieb.

Keďže moduly od spoločnosti Quectel sú prevažne smerované na GPS/GNSS komunikáciu, jeho najsilnejšou stránkou je kombinácia týchto duálnych systémov, za dosiahnutím rýchleho a presného polohovania. Disponuje aj zabudovanou technológiou, ktorá slúži na predpovedanie orbitov a je schopná sťahovať až šesťdňové údaje o pozíciách satelitov a následne ich ukladať do lokálneho súborového systému. To následne urýchľuje vyhľadanie a tým zefektívňuje svoju funkcionality. Kompaktný tvar, nízka spotreba energie a využitie dvojitého rozhrania SIM robia z modulu MC60 vhodnú voľbu pre širokú škálu M2M aplikácií. [17]



Obr. 17: Modul Quectel MC60 [17]

Hlavné vlastnosti:

- Quadband 850/900/1800/1900 MHz
- Prenos dát je tvorený GSM UART portom
- Ultra kompaktný formát s funkciou Dual SIM Dual Standby (DSDS)
- Podpora Bluetooth a bezdrôtových aktualizácií
- Vstavané výkonné internetové servisné protokoly
- Automatické vyhľadávanie frekvencií

4.3 Cinterion

Najvhodnejšiu variantu spoločnosti Gemalto (predtým Siemens) predstavuje modul BGS5. Bezdrôtový M2M modul s 2G konektivitou, poskytuje pokročilé spracovanie a vstavaný virtuálny nástroj, čo nám v dôsledku otvára možnosť zbavenia sa aplikácii alebo dokonca odstránenie mikroprocesora. Táto skutočnosť výrazne znižuje náklady na výrobu jedného kusu konkrétneho zariadenia. BGS5 je najmenším modulom na trhu ktorý ponúka pokročilý výkon spracovania aplikácii, rozšírené energetické spracovanie siete GSM konektivitou s podporou GPRS triedy 12, čo predstavuje rýchlosť pri sťahovaní a odosielaní 85.6 kbps. Malé rozmery modulu tvoria ideálnu voľbu pre všetky priemyselné riešenia, ktoré vyžadujú vysoký výkon spracovania a nízke rýchlosti. Je dôležité spomenúť aj možnosť, ktorá ponúka v budúcnosti rozšírenie do vyššej šírky pásma. Je ideálny pre aplikácie na sledovanie polohy, diaľkové monitorovanie a riadenie súčastí.

Modul je možné naprogramovať tak, aby zbieral špecifické informácie a spracovával ich prostredníctvom vnorenej obchodnej logiky a odosielať výsledky vopred definovaný čas. To nám umožňuje vzdialenú kontrolu a údržbu. Implementovaním „inteligencie“ priamo do modulu BGS5 umožňuje znížiť celkovú zložitosť dizajnu a zároveň zlepšuje nákladovú efektivitu.

Výrobcovia zariadení môžu naprogramovať jednoduché programy, alebo využiť už existujúce knižnice, ktoré sú verejne dostupné a vyhovujú ich potrebám. Tým, že je Java multiplatformová, kód môže byť prenesený na iné zariadenia, ktoré ju podporujú bez nejakých dodatočných úprav. Prenos je možný hoci aj iný Javou podporovaný modul. Jej integrácia nám umožňuje bezproblémovú spoluprácu aplikácie a serveru, teda optimalizáciu zberu a spracovania informácií. V zásade to zabezpečuje do budúcnosti ochranu infraštruktúry, čo je hlavnou dominantou tohto riešenia.

Modul BGS5 disponuje technológiou LGA (Land Grid Array). Táto možnosť predstavuje typ povrchovej montáže, slúžiacej na vytváranie integrovaných obvodov, ktoré sú významné pravouhlou mriežkou kontaktov na spodnej strane obalu.

K doske plošných spojov môže byť elektricky pripojená buď pomocou zásuvky alebo napájaním priamo na dosku. Ďalšou kľúčovou technológiou je multi-dizajnová schopnosť ktorá úzko

súvisí s technológiu LGA, kde nám ponúka bezproblémový prechod z 2G do 3G v rámci jedného dizajnu. Kľúčovou technológiou modulu je práve implementácia Javy, ktorá nám ponúka jednoduchý a rýchly vývoj aplikácií, s možnosťou využitia veľkého množstva už existujúcich nástrojov, vysokú znovupoužiteľnosť kódu, jednoduchú údržbu a overený bezpečnostný koncept. Najsilnejšou vlastnosťou je viacvláknové programovanie a možnosť priameho debugovania na prístroji. [18]



Obr. 18: Modul Cinterion BGS5 [18]

Technické parametre a hlavné vlastnosti:

- Quad Band 850/900/1800/1900 MHz
- Podpora USSD (Unstructured Supplementary Service Data)
- Podpora rozhrania USB 2.0
- TCP/IP prístup cez AT príkazy
- Zabezpečené pripojenie pre služby IP klienta
- Internetové služby TCP/UDP server/klient, DNS (Domain Name System), PING (Packet Internet Grouper), FTP, HTTP
- Optimalizovaný pre minimálnu spotrebu energie

4.4 Zhodnotenie

Najprv bolo nutné zvoliť príslušnú technológiu. Mobilnými operátormi bolo ohlásené, že globálna modernizácia sietí bude mať za následok najprv zrušenie 3G sietí, a potom pravdepodobne aj 2G. Cieľom bude uvoľnenie kmitočtového pásma pre siete LTE a nadchádzajúcu 5G sieť. Čo sa týka Európy, väčšina zariadení je postavená na 2G konektivitě, preto má zatiaľ aj naďalej ostať podporovaná zo strany operátorov. Táto skutočnosť vyselektovala výber modulov na 2G a 4G, kde najpodstatnejší rozdiel medzi nimi tvorila prenosová rýchlosť a ich cena. Čo sa týka prenosovej rýchlosti, moduly s podporou 4G disponujú mnohonásobne rýchlejším prenosom dát.

Tabuľka 3: Zrovnanie parametrov modulov

| | Telit GL865 | Quectel MC60 | Cinterion BGS5 |
|------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| RF Technológia | GPRS triedy 10 (18/24 kbps) | GPRS triedy 12 (85.6/85.6 kbps) | GPRS triedy 12 (85.6/85.6 kbps) |
| Rozmery [mm] | 24.4 x 24.4 x 24.4 | 18.7 x 16.0 x 2.1 | 24.6 x 18.8 x 2.7 |
| Rozšírenie | Python | Nie | J2ME |
| Flash pamäť | 800 KB | 64 KB | 4 MB |
| Montáž | LCC | LCC | LGA |
| Operačná teplota | -40C až -85 C | -35C až +75C | -40C až +85C |
| FOTA | NIE | ANO | ANO |

Komunikácia a administratíva zariadení však nie je až tak závislá na rýchlosti dátového prenosu, preto rýchlosť GPRS triedy 12 splňuje dané požiadavky. Cena za jeden 4G modul je priemerne dvojnásobne vyššia, než pri cene bežného 2G modulu. Pri zohľadnení všetkých kritérií vyplývalo, že voľba 2G štandardu bude najvýhodnejšia vzhľadom na to, že pokrytie na území ČR je plne postačujúce.

Spoločnosť Gemalto pri vývoji modulu od dodávateľa chipsetu k základným funkciám pridáva množstvo inžinierskej práce. Tým odstráni niektoré slabé stránky produktu a zároveň pridávajú nové funkcie ako implementácia programovacích jazykov. Zatiaľ čo spoločnosť Quectel sa zameriava na produkty, ktoré splňajú základné požiadavky zákazníkov a tým sa dostávajú do pozadia voči konkurencii. V rámci technickej podpory Gemalto disponuje veľkou sieťou partnerov, kdežto moduly od spoločnosti Quectel sú predávané výrobcami dosiek plošných spojov a tým sa znižuje kvalita technickej podpory. Spoločnosť sa primárne zameriava na predaj modulov pre automobilových zákazníkov. Kladú obrovský dôraz na funkčnosť, preto vykonávajú kompletné testy na každom vyrobenom kuse, čo zaručuje istotu že výrobnú linku neopustí chybný kus, zatiaľ čo pri priemyselných moduloch sa testujú len vzorky z výrobného šarže (napr. z 5000 kusov otestujú 100 a ak nevykazujú žiadnu chybu, prehlasujú celú dávku za funkčnú).

Pri vývoji spoločnosť Quectel spolieha na referenčný dizajn podľa doporučení výrobcov chipsetu a nesnaží sa následne riešiť slabiny tohto produktu. Na druhej strane disponujú časovou výhodou, pretože dokážu urýchliť vývoj a tým nasadiť agresívnu cenovú politiku. Všeobecne produkty z ich portfólia majú kratšiu životnosť na trhu po uvedení, omnoho viac aktualizčných balíkov (tzv. revízie) a zákazník následne nemá dostatočné informácie o tom, či mu budú dodané rovnaké alebo odlišné zariadenia než v minulej dodávke. Oproti tomu Gemalto po uvedení produktu na trh dominuje dlhšou podporou, rádovo sedem rokov a viac. Pri vytváraní nových revízií tak zachováva objednávací kód, čo zaručuje lepšiu kontinuitu.

Politika spoločnosti Telit je podobná ako pri konkurencii, teda sa snažia vylepšiť možnosť migrácie medzi štandardmi, čo je z dlhodobého hľadiska výhodné. Rozdiely v nekompatibilitách tvoria technické odlišnosti v podobe rovnakej napájacej plochy, no s rozličnou toleranciou napájacieho napätia alebo iným mechanizmom spúšťania. Po dôkladnom prieskume jednotlivých

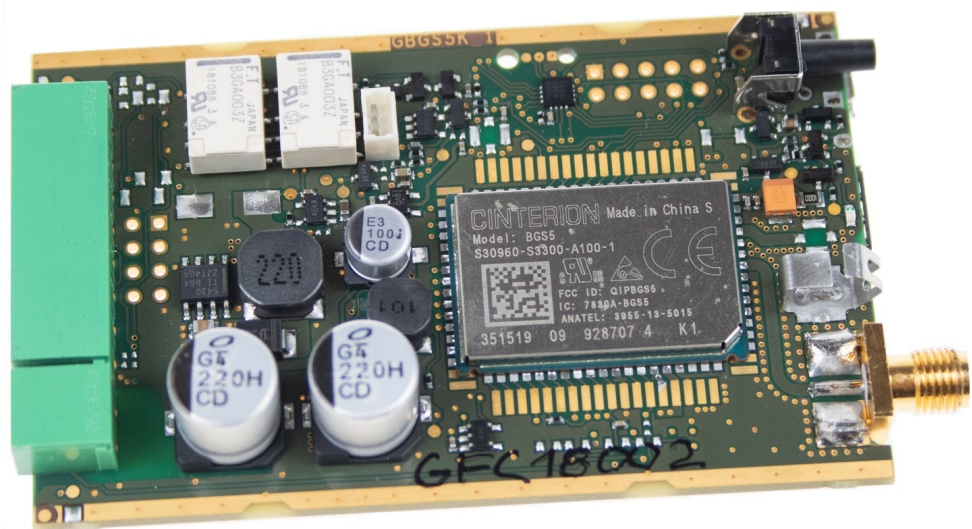
päť pre umiestnenie modulu, je zrejme že sa Gemalto narozdiel od Telitu snaží navrhovať väčšiu variabilitu a kompatibilitu so širokou škálou modulov.

V poslednej fáze môjho prieskumu mi bola predaná informácia, že Telit bude ukončovať svoju výrobu v roku 2020. Na základe tejto informácie, sa javila táto voľba z dlhodobého hľadiska ako nevhodná.

Vzhľadom na zdokonaľovanie a vývoj kľúča je dôležité pozeráť aj na jeho veľkosť. Miniaturizácia zariadení sa stala v súčasnosti neoddeliteľnou súčasťou vývoja, a preto je ideálnou voľbou si zvoliť vždy čo najmenšiu možnú variantu. Spoločnosť Quectel poskytovala o niečo menšie moduly než konkurencia, ale ak zákazník požaduje iba 2G modul so žiadnymi dodatočnými funkciami, tak moduly od Quectelu sú cenovo výhodnejšie, no ak užívateľ vytvára náročnejšiu aplikáciu ako v našom prípade, je nutné si dokúpiť procesor a pamäť. To priamo súvisí aj s veľkosťou a energetickou závislosťou, kde prepojenie týchto troch súčiastok vytvára väčšie prevedenie v zapojení a vyššiu spotrebu energie. Riziko zabezpečenia pri použití viacerých komponentov sa rapídne navýši, pretože pri prípadnom útoku je iba na užívateľovi ako sa s tým vysporiada.

Ďalším negatívom spoločnosti Quectel bola absencia programovateľnosti modulov, čo znemožňovalo využívať a vytvárať prídavné aplikácie. Na druhej strane spoločnosť Telit poskytovala skriptovací jazyk Python, ktorý ale v našom prípade nevyhovoval pri tvorbe aplikačného vybavenia z dôvodu rizika možnosti chybných kompilácií a náročnosti na pamäť a na základe tohto faktu som zvolil modul od spoločnosti Gemalto, ktorý sa javí ako najvhodnejší, kvôli rozsiahlym možnostiam programovacieho jazyku Java a jeho konštrukčnému prevedeniu, ktoré bolo vyhotovené za účelom miniaturizácie.

Rozhodujúcim faktorom vo výbere tvorilo taktiež zohľadnenie zmluvných podmienok ponúkanej technickej podpory a nákladov zo strany dodávateľa. Gemalto poskytovala výhodnejšie podmienky na dovoz, naskladnenie, dodanie no na úkor celkovej ceny. Ponuka možnosti osobného poradenstva pri konzultáciách ohľadom hardvéru a softvéru, rozsiahle testovania RF (Radio Frequency) schopnosti, overenie pripravenosti prevýšili nad konkurenciou a prípadná spolupráca by nám umožnila aktívne komunikovať, a tak riešiť vyskytnuté problémy. Táto skutočnosť teda podporovala fakt, že modul BGS5 bude najlepšou možnou variantou.



Obr. 19: Ukážka riadiacej dosky GSM kľúču SMART 3 s použitím modulu BGS5

ZÁVER

Spoločnosť SECTRON s.r.o. v ktorej mi umožnili vykonávať prax, som sa zaoberal problematikou v oblasti bezdrôtových technológií a aplikáciami pre Smart City/Home, elektromobility a implementovanie IoT infraštruktúry do reálneho života. Úlohou pôsobenia firmy je rozvíjanie a inovácia zariadení a aplikácií, s využitím najmodernejších technológií v oblasti M2M. Zameranie spoločnosti spočíva vo výrobe 2G, 3G, 4G terminálov, antén, káblových VF redukcií a distribúcii priemyselných modemov, smerovačov a modulov. Po absolvovaní vstupného pohovoru som bol prijatý na pozíciu technického konzultanta, ktorý spadá pod produktové oddelenie.

Mojou primárnou úlohou bola práca s GSM kľúčom, ktorá zakladala sa na jeho inovácií s ohľadom na nové trendy v oblasti M2M a IoT. Inovácia spočívala v návrhu výberu obvodového modulu pre GSM kľúč SMART 3. Po preskúmaní súčasných trendov a zohľadnení požiadavok spoločnosti SECTRON s.r.o. som podľa kritérií vyhodnotil ako najvýhodnejší modul Cinterion BGS5. Taktiež som sa podieľal na vytváraní technického manuálu, rozvíjaní programového vybavenia kľúča v podobe návrhov funkcií ako napr. zistenie signálovej úrovne, fyzická realizácia simulácií rôznych okolností s použitím AT-príkazov a v neposlednom rade technická podpora, reklamačný proces a výber spôsobilej antény, ktorá je dodávaná s kľúčom. Bol som poverený aj funkciou školiť tohto produktu v rámci firemných oddelení a zamestnancov autorizovaných montážnych firiem. Táto funkcia pozostávala v oboznámení s technickou časťou zameranou na funkcionality kľúča, vlastnosťami a samotným zapojením.

Náplň praxe spočívala aj v zavádzaní nových produktov na trh. Bol som zodpovedný za tvorbu technickej dokumentácie pre množstvo produktov z portfólia spoločnosti. Zmienená spolupráca s VŠB-FEI spočívala v meraní zisku antén a S11 parametrov z dôvodu absencie odrazovej komory a referenčných antén s dostatočne veľkým pracovným kmitočtovým rozsahom. Všetky výrobky boli podrobené testu odolnosti a funkčnosti. Etapa zavádzania produktu končila zaevidovaním produktov do informačného systému SAP a jeho následným vystavením do internetového obchodu.

V priebehu praxe som uplatnil praktické znalosti získané z predmetu Radikomunikačná technika I. V rámci výuky som si zdokonalil základné znalosti v oblasti anténnej techniky, rádiových systémov, šírení rádiových vĺn, spracovaní káblových redukcií a konektorov, kde som mal následne možnosť svoje poznatky preniesť z teoretického hľadiska do praxe a neskôr ich využiť či už v rámci výroby, alebo pri ďalších pracovných činnostiach. Tvorba technickej dokumentácie zahŕňovala meranie PSV s meracím prístrojom s kmitočtovým rozsahom do 3 GHz, analýzu vyžarovacích diagramov antény a tvorbu technických nákresov za pomoci príslušných programov.

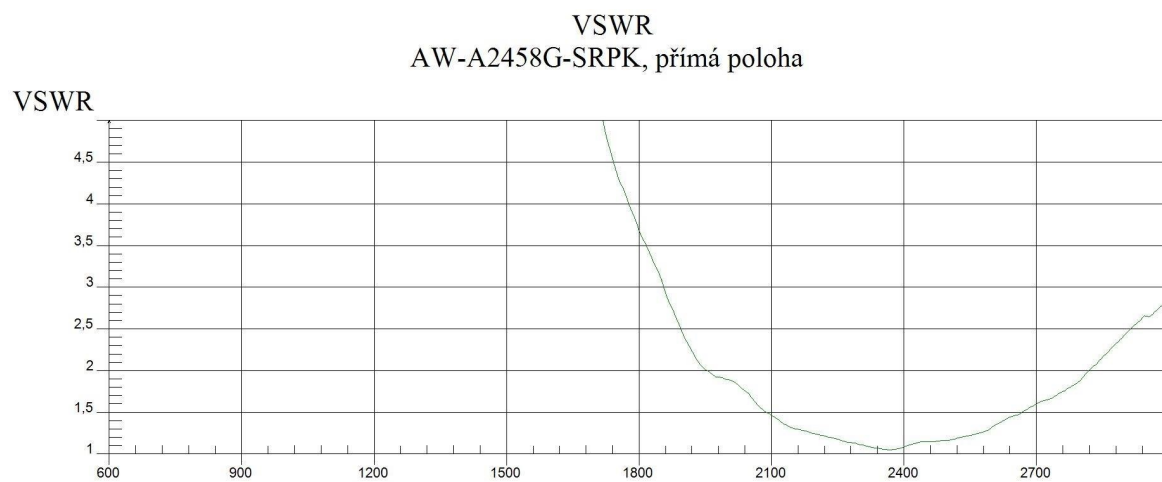
Po predložení môjho návrhu, spoločnosť implementovala vybraný modul do produktu GSM Kľúč Smart 3, ktorý bol začiatkom roku 2019 úspešne uvedený do predaja, a tým bol cieľ práce splnený. Ku dnešnému dňu neboli objavené žiadne zásadné chyby funkčnosti zariadení. Ďalší úspech spočíval v analyzovaní a navrhnutí riešenia eliminácie konštrukčného nedostatku predchádzajúcej generácie GSM kľúča LITE 3.

Literatúra

- [1] Úplný výpis z obchodního rejstříku: SECTRON s.r.o. [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=216640typ=UPLNY>
- [2] The Internet of Things: In a Connected World of Smart Objects [online]. Fundación de la Innovación Bankinter. 2011. [cit. 01. 04. 2019]. Dostupné z: <https://www.fundacionbankinter.org/documents/11036/16211/Publicacion+PDF+IN+FTF+IOT/75dde4a5-183e-4f1c-b7cd-ab0cdf4b738a>
- [3] Internet of Things (IoT) [online]. Cisco Systems, Inc.. [cit. 20. 04. 2019]. Dostupné z: <http://www.cisco.com/web/solutions/trends/iot/overview.html>
- [4] Y.2060: Overview of the Internet of things [online]. B.m.: International Telecommunication Union. červen 2012 [vid. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>
- [5] Y.2066 : Common requirements of the Internet of things [online]. [vid. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2066-201406-I>
- [6] ROUTLEDGE, Lisa. The Major difference between IoT and M2M. – IoT Roadmap [online]. [vid. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.iotroadmap.com/the-major-difference-between-iotand-m2m/>
- [7] Eberspächer, Jörg. 2009. GSM Architecture, Protocols and Service. Stuttgart : B.G. Teubner GmbH, 2009. ISBN 978-0-470-03070-7 (H/B).
- [8] ROMERO, Javier, Timo HALONEN a Juan MELERO. GSM, GPRS and EDGE Performance Evolution Towards 3G/UMTS. 2. vyd. Chichester: John Wiley, 2004. ISBN 978-047-0866-955.
- [9] SECTRON s.r.o. GSM Klíč LITE 3, NÁVOD K POUŽITÍ [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://gsmklic.cz/_files/200000546-7afe97bf87/GSM%20Kl%C3%AD%C4%8D%20LITE%203%20manual%20ver.3.0.0.5.pdf
- [10] SECTRON s.r.o. GSM Klíč HOME 2, NÁVOD K POUŽITÍ [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://gsmklic.cz/_files/200000498-e4b58e6a91/GSM%20Kl%C3%AD%C4%8D%20HOME%202%20manu%C3%A1l%20ver.2.3.3.5.pdf
- [11] SECTRON s.r.o. GSM Klíč PROFI 3, NÁVOD K POUŽITÍ [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://gsmklic.cz/_files/200000545-46b6247b03/GSM%20Kl%C3%AD%C4%8D%20PROFI%203%20manual%20ver.%203.0.0.6.pdf

- [12] SECTRON s.r.o. GSM Klíč SMART 3, NÁVOD K POUŽITÍ [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://gsmklic.cz/_files/200000555-03221041c8/Manual%20SMART3_rev1.0.1.pdf
- [13] SECTRON s.r.o. Antenna GSM/UMTS Stick 90/180, Penta-band, 2 dBi, SMA(m) [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://eshop.sectron.cz/UserFiles/Image/1536079618-A0-AGSM-SMAK6.pdf>
- [14] SECTRON s.r.o. Antenna GSM/UMTS Magnetic 90, Quad-band, 9 dBi, Open end, RG174/5m [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://eshop.sectron.cz/UserFiles/Image/1516988965-A0-AGSM-MG9-1741.pdf>
- [15] SECTRON s.r.o. Antenna GSM Stick 180, 2 dBi, SMA(m) [online]. Ostrava [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://eshop.sectron.cz/UserFiles/Image/1551354413-A0-AGSM-SMVS1_gsm_antenna_datasheet.pdf
- [16] Telit. GL865 V3/V3.1 Hardware User Guide [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://www.telit.com/wp-content/uploads/2017/09/1vv0301018_GL865_V3_V3.1_Hardware_User_Guide_r13.pdf
- [17] Quectel. Quectel MC60: Ultra-small LCC Quad-band GSM/GPRS/GNSS Module [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://www.quectel.com/UploadFile/Product/Quectel_MC60_GSM_Specification_V1.2.pdf
- [18] Gamalto. BGS5: Cinterion® BGS5 Wireless Module With Advanced Processing Power [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://www.gemalto.com/brochures-site/download-site/Documents/M2M_BGS5_datasheet.pdf

A Ukážka merania PSV



Date: 2018/10/10
Time: 12:45

Frequency(600 - 3000 MHz)
Resolution: 521
Cal: ON

IIM: OFF
Keysight
SN: CN0132000230

B Prílohy na webe

1. Príloha 1: Technická dokumentácia
2. Príloha 2: Fotodokumentácia